第 9 卷 第 3 期
2017 年 6 月
土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture
Vol. 9 No. 3
Jun. 2017

BIM 技术在杭州富阳“三馆合一”项目双曲空心屋面楼盖施工中的应用

李明明 吴义忠 吴晨捷 徐可冰

(浙江省二建建设集团有限公司,宁波 315000)

【摘 要】富阳博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目屋面结构复杂,质量要求高,采用新技术,新工艺较多,屋盖采用双曲空心楼盖,形状不规则施工难度大,项目采用 BIM 技术帮助解决施工难点,通过创建三维信息模型,提取工程量信息,确定支模架立杆标高,优化模板排布,并与企业项目管理系统结合实现项目全方位信息化管理。工程实践表明,该方式行之有效,具有广阔应用前景,可为类似工程建设提供理论指导与技术借鉴。
【关键词】双曲空心楼盖;三维信息模型;工程量信息;立杆标高;模板排布;信息化管理
【中图分类号】TU17 【文献标识码】A 【文章编号】1674 -7461(2017)03 -0001 -08
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 -5823/tu.2017.03.01

1 引言

建筑信息模型(Building Information Modeling,简称 BIM)是创建并利用数据模型对项目进行设计、建造及运营管理的过程[1]。BIM 不是简单的将数字信息进行集成,而是一种数字信息的应用,并可以用于设计、建造、管理的数字化方法。这种方法支持建筑工程的集成管理环境,可以使建筑工程在其整个进程中显著提高效率、大量减少风险。

以富阳博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目为例,介绍 BIM 在双曲面空心屋面楼盖中的应用(如:能精准统计混凝土和钢筋工作量),并结合 BIM 三维模型编制双曲空心楼盖支架搭设方案和模板排布方案,提高施工精度,减少返工,缩短工期、控制成本。

2 工程概况

富阳博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目位于杭州富阳鹿山街道富春江边,东吴文化公园南侧。工程总用地面积 45 768m², 总建筑面积38 066m², 地下一层,地上五层,建筑高度为 23.9m,是集博物馆、美术馆、档案馆三大功能的公共建筑,为中国第一位获普利兹克奖的王澍设计。项目双曲空心屋盖、毛竹墙、瓦爿墙等元素巧妙融合了富阳的山水文化,体现出富阳地域文化的内涵,实现功能上的互补,环境上的协调,文化上的传承。



图 1 富阳“三馆合一”项目整体模型图

由于双曲空心屋盖结构复杂,构件形状不规则,标高变化幅度大,传统方法难以计算钢筋、混凝土等材料用量,支模承重架立杆标高难确定,针对上述特点,公司决定在该工程中应用 BIM 技术解决难点问题。本工程双曲空心屋面楼盖存在的主要技术特点及难点如下:

(1)双曲空心屋面结构面多变,图纸给定结构标高网点密度稀疏,无法满足实际施工需要,各剖

【基金项目】 国家科技支撑计划课题“建筑行业设计服务共性技术集成平台研发与应用”(编号:2014BAH25F03)
【作者简介】 李明明(1984 -),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:BIM、信息化技术。

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

切面曲率各不相同,测量定位困难,各点位立杆标高难以确定,梁板支模架水平钢管需随相应屋面楼盖进行弯曲,标高、角度难以确定。各预埋件、管线开口定位存在较大难度。

(2)双曲空心屋面楼盖的混凝土用量、钢筋用量、模板实际展开面积等工程量统计难度非常大,用现有传统的计量方法无法精确完成该项工作,存在较大误差,不利于项目成本的管控。

(3)双曲屋面空间异形结构造成施工技术交底困难,平面图纸所能表达的信息较为有限,关键技术点交流不清,交底质量难以保证。

3 BIM 技术的应用

3.1 施工 BIM 应用准备

公司承接该项目后,成立了项目 BIM 攻关小组,根据项目施工实际开挖 BIM 实施应用点,确定工作目标,制定了项目 BIM 实施方案和建模标准。主要包括实施人员的数量与分工、计算机软硬件的选择,明确了各方的工作职责以及围绕 REVIT 建模各专业各部件的建模精度要求等,为今后各专业各应用点的协同工作打好了基础。

3.2 施工 BIM 应用实施

3.2.1 双曲施工 BIM 模型建立

以本工程的建筑特点来说,基础以上到屋面楼盖以下的结构整体较为普通,形状规则。施工过程

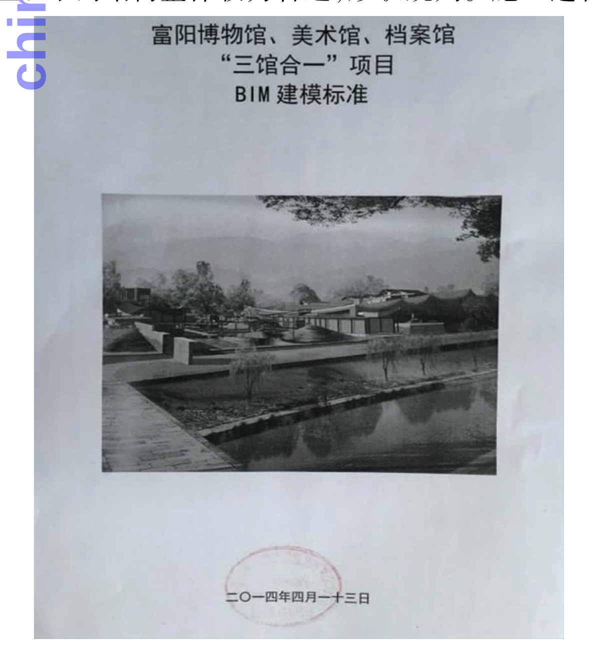


图 2 项目 BIM 建模标准

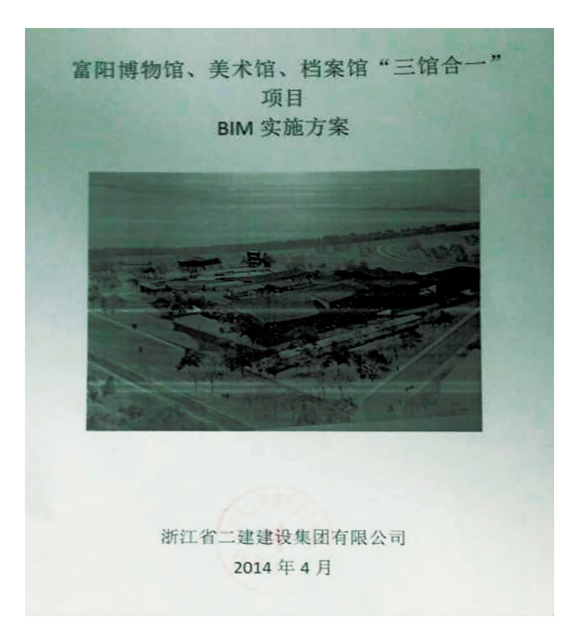


图 3 项目 BIM 实施方案

中可利用传统方法即可完成工程施工。而屋面楼盖所采用的双曲空心屋面楼盖体系[2],因其结构特殊且复杂,常规施工技术手段无法处理。根据制定的项目 BIM 实施方案,本项目采用 Revit 软件建立项目施工模型,并以 Revit 三维模型为基础,开展例如混凝土用量、钢筋算量、支模架搭设方案编制模拟等一系列 BIM 应用工作。

由于双曲空心屋面楼盖体系形状多变不规律,BIM 小组比选多种方案后决定采用概念体量建模,按照点——线——面的思路,完成屋盖的三维模型。

(1)在概念体量中将设计图纸中所给参考点位网格图输入到软件中,获得三维点阵;

(2)使用模型线命令将三维点阵上的点按顺序连接,形成多条双曲线:

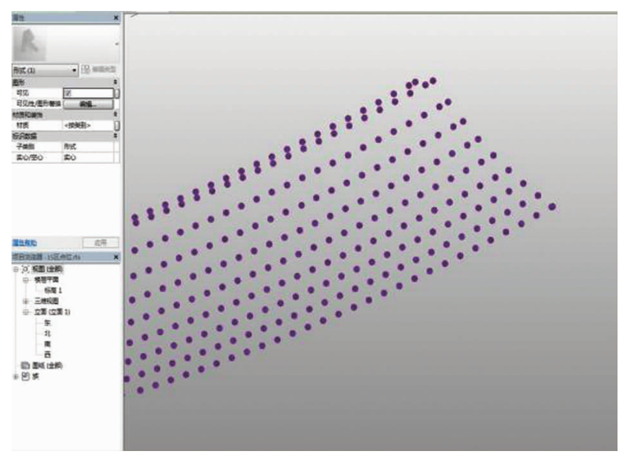


图 4 三区 15 号施工段点模型示例

(3)将各条双曲模型线按照图纸生成出双曲屋面楼盖体量文件;

(4)根据不同的使用要求将形成的双曲面赋予不同构件属性开展 BIM 模型的应用。

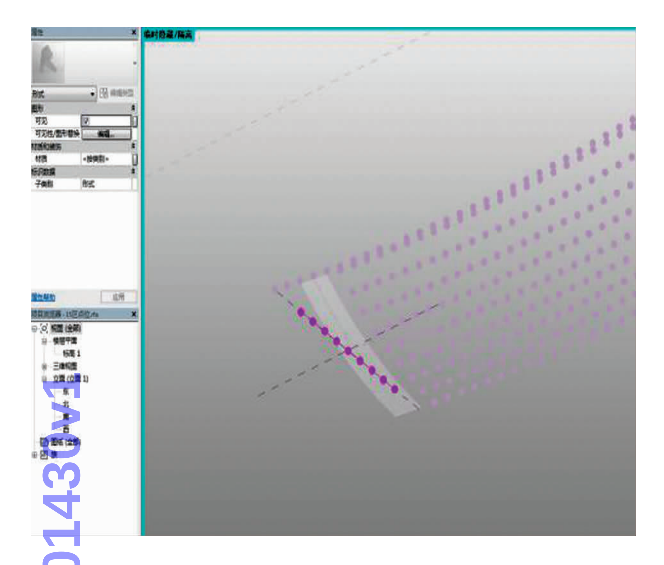


图 5　三区 15 号施工段线模型生成示例



图 6　双面空心屋面楼盖三维模型

3.2.2　混凝土工程量的提取

对已经获得的双曲楼盖体量模型赋予混凝土屋面属性[3],在上下楼盖之间通过放样命令绘制屋面框梁,获得完整的屋面混凝土三维模型。通过比目云算量软件,对板、梁构件按计算规则进行映射,汇总计算获得双曲楼盖混凝土工程量[4]。相比传统方法,通过三维模型获取不规则异形构件混凝土工程量具有准确、快速等优点,有利于项目部对材料的控制、了解项目成本,是项目后期结算的有力依据。

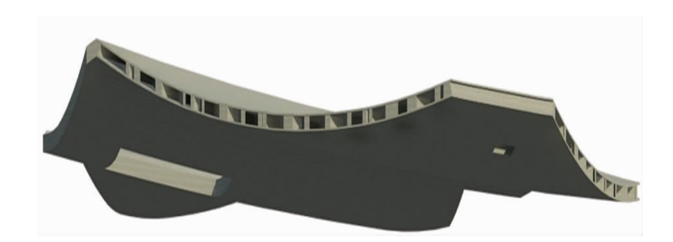


图 7　双面空心屋面楼盖剖面图

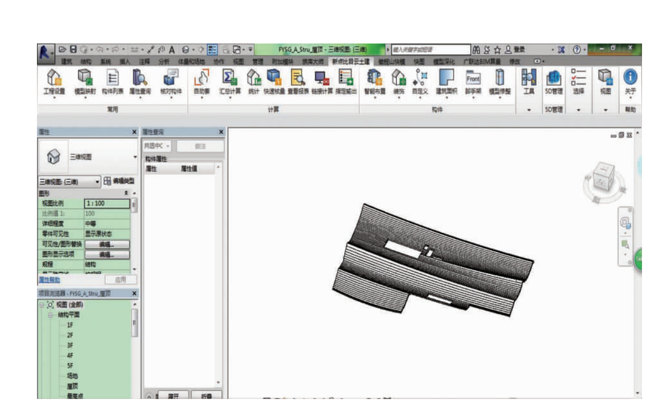


图 8　土建模型映射算量规则

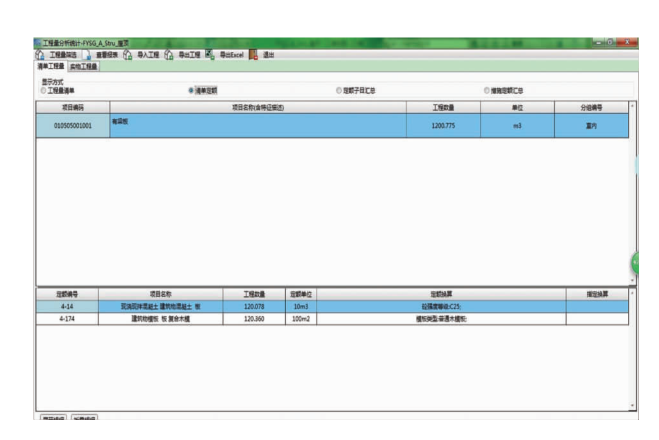
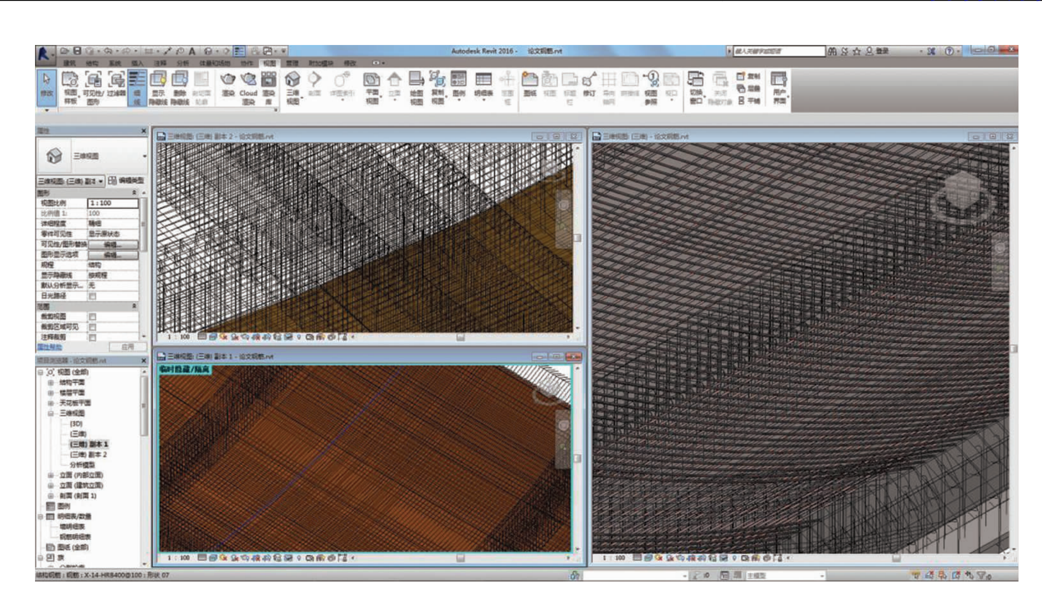


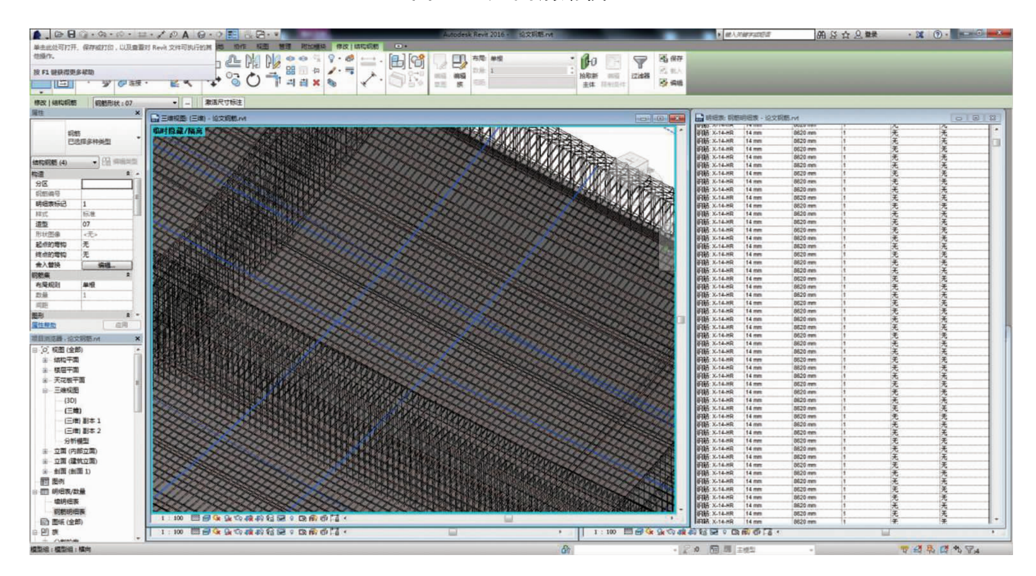
图 9　统计混凝土工程量

3.2.3　钢筋工程量的提取

为了解决双曲空心楼盖的钢筋工程量统计和现场精确下料的问题,项目部测试了多款算量软件,但效果不甚理想,无法实现对钢筋工程量的精确统计,指导下料的预期目标。经过多次沟通讨论后,项目部最终决定挖掘现有模型的应用深度,继续使用已完成的 REVIT 土建模型,继续进行钢筋布置。考虑钢筋模型对计算机硬件配置的高要求,项目部决定按构件类型分别建立钢筋模型。过程汇总如下:

(1)在构件相应区域里建立参考平面或剖面,作为工作平面;


图 10　屋面钢筋模型


图 11　钢筋用量明细表

(2)按照混凝土三维形状绘制主筋,编辑形状使其符合工程要求;

(3)在编辑类型中修改名称及其他属性,方便区分统计;

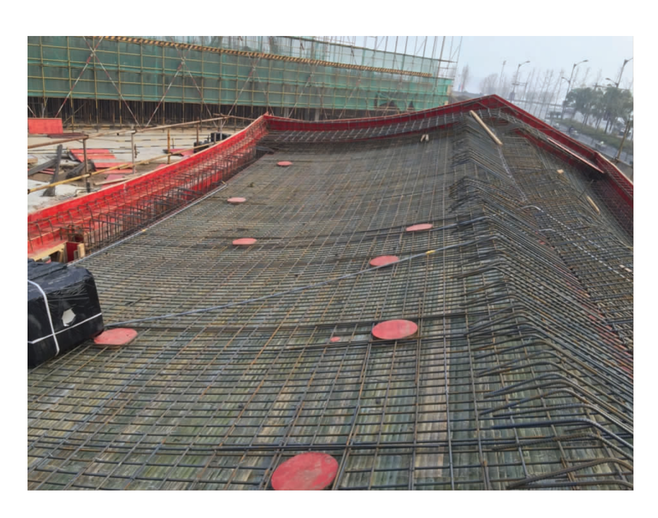
(4)通过绘制钢筋功能在相应剖面处布置曲线钢筋,需要根据相应曲率进行调整;

(5)依据同理,完成梁箍筋或其他钢筋的布置;

(6)建立明细表,按需统计钢筋数量。

3.2.4　支模架方案的应用

对于规则的建筑而言,立杆的长度计算下料模板拼接都非常容易[5],但是对于双曲屋面而言,每根立杆的长度都是不一样的,加上楼盖结构重量大,搭设高度高,给现场操作带来很大的难度。为达到曲线


图 12　现场屋面钢筋施工

效果,又考虑减少材料损耗,项目部通过 BIM 技术模拟承重支模架搭设方案并进行技术交底[6]。

(1)支架立杆搭设及下料

根据方案三区 15 号屋面支模架立杆 1 000,500 纵、横距要求,结合该区域内的结构模型,模拟立杆布置,根据楼面与屋面底部标高数据提取出每根立杆位置处的架体搭设高度,扣除模板厚度、方木、可调支座等即可获得立杆长度数据,导出立杆标高平面图纸,用于技术交底,帮助确定钢管拼接方案,提前加工,减少搭设难度,在确保施工质量的前提下显著提高施工速度。

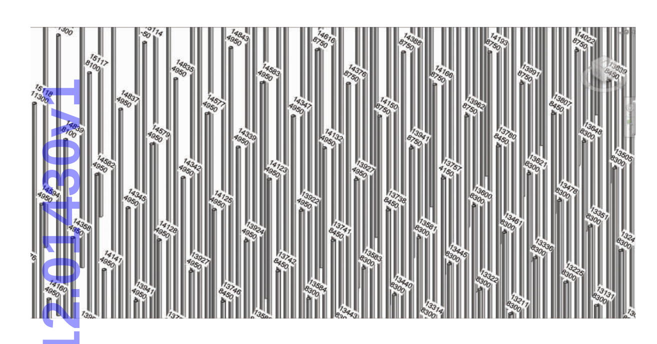


图 13　三维立杆标高布置图(局部)

(2)模板拼接及下料

当主次楞设置完毕后,开始铺设基层模板,为达到双曲面的效果,项目部规定模板选择尺寸原则,沿纵向曲率较小侧模板长度可适当加长,但沿垂直屋脊方向的模板宽度应控制在 30 ~ 50 公分之间,曲率越大,板宽越小。根据这一原则,BIM 实施人员在三维模型中对模板进行模拟拼装,及时发现操作过程中的重点和难点,制定对策,提前解决。预拼装完成后导出模板拼装平面图及尺寸明细表,用于现场下料、铺设。

3.2.5　项目成本管控

本工程 BIM 应用除了了解现场实际问题外,BIM 还与企业 PM 系统实现集成。通过 BIM 技术获取的双曲空心楼盖工程量数据完成项目预算清单的编制,之后通过预算接口导入到企业信息化 PM 管理系统中,实现数据共享,极大方便公司对复杂工程成本、合同、分包、应收应付等的全过程管理,用完整的工程数据支持公司的管理决策。

4　结语

通过本项目 BIM 应用建立三维模型,解决了异形结构的空间定位,异形构件工程量的计算及施工重难点的方案模拟。帮助工程准确计算材料用量,优化施工安排,在保证质量的前提下缩短屋面施工工期 20 天。同时应用 BIM 精准算量确定预算清单主材数量,并将预算清单中“量”“价”信息无缝导入至 PM 系统,根据预算成本信息在 PM 系统中实现合同评审——材料入库——合同结算——资金支付等全生命周期的项目管理工作,实现高质、高效、低成本的预期管理目标。

<立杆长度明细表>

A	B	C
族	类型	长度-mm
圆管柱	钢管	13538
圆管柱	钢管	4947
圆管柱	钢管	4868
圆管柱	钢管	4801
圆管柱	钢管	4736
圆管柱	钢管	4678
圆管柱	钢管	4631
圆管柱	钢管	4585
圆管柱	钢管	4549
圆管柱	钢管	4518
圆管柱	钢管	4491
圆管柱	钢管	4478
圆管柱	钢管	4465
圆管柱	钢管	4460
圆管柱	钢管	4459
圆管柱	钢管	4466
圆管柱	钢管	4484
圆管柱	钢管	4503
圆管柱	钢管	4530
圆管柱	钢管	4565
圆管柱	钢管	4603
圆管柱	钢管	4652
圆管柱	钢管	4704
圆管柱	钢管	4762
圆管柱	钢管	4831
圆管柱	钢管	4901
圆管柱	钢管	4982
圆管柱	钢管	5067
圆管柱	钢管	5157
圆管柱	钢管	5260
圆管柱	钢管	13658
圆管柱	钢管	5227
圆管柱	钢管	5148
圆管柱	钢管	5080
圆管柱	钢管	5015
圆管柱	钢管	4956
圆管柱	钢管	4909
圆管柱	钢管	4862
圆管柱	钢管	4825
圆管柱	钢管	4794
圆管柱	钢管	4768
圆管柱	钢管	4753
圆管柱	钢管	4738
圆管柱	钢管	4734
圆管柱	钢管	4736
圆管柱	钢管	4740
圆管柱	钢管	4757
圆管柱	钢管	4776

图 14　立杆标高明细表(局部)

同时也发现点 BIM 应用可改进之处:

(1)本工程异形钢筋的工程量计算依靠手动建模后汇总的方法。该方法对 BIM 建模人员的专业素质和 BIM 模型精度要求较高,应用条件严格。后期还可改进完善,降低应用的门槛,提高工作效率;

(2)PM 系统上数据管理还采用传统报表模式,

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

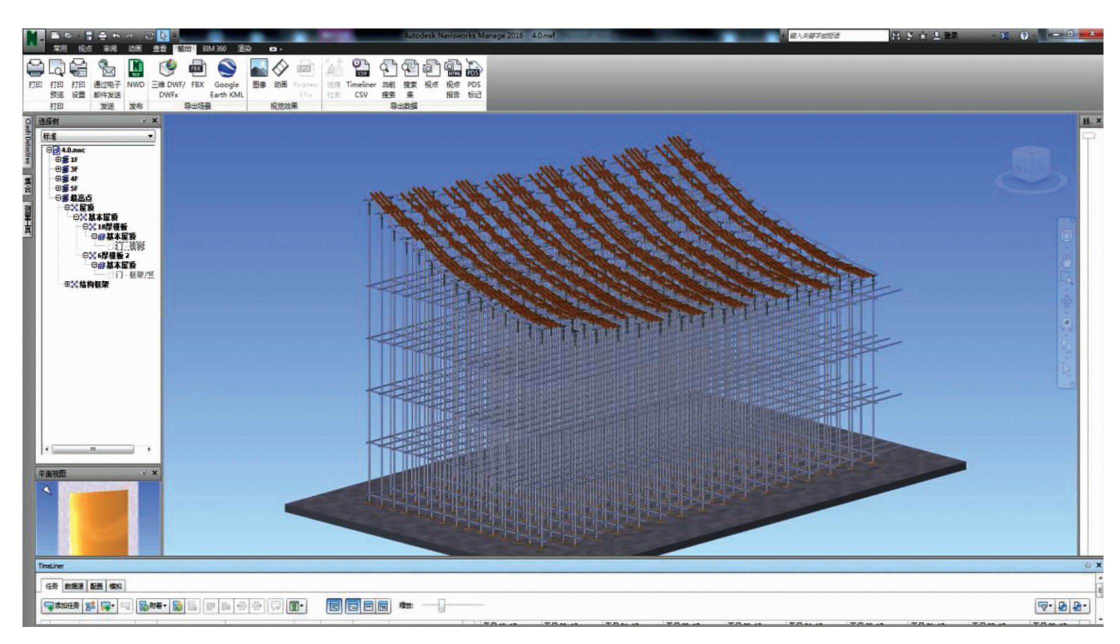
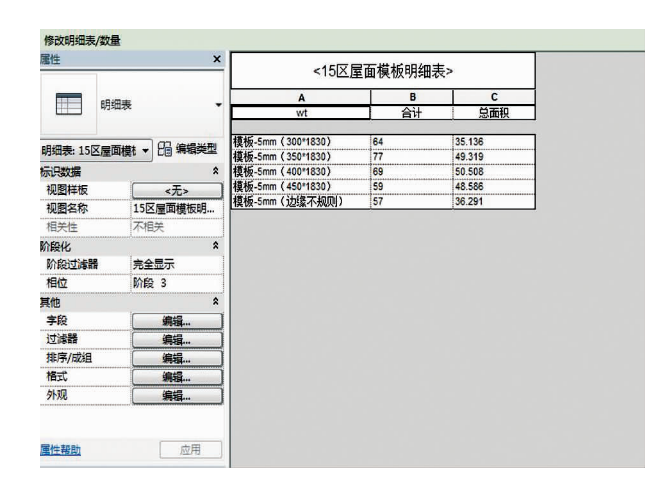


图 15　支模架搭设方案模拟



图 16　支模架现场搭设试验



<15区屋面模板明细表>

A	B	C
wt	合计	总面积
模板-5mm（300*1830）	64	35.136
模板-5mm（350*1830）	77	49.319
模板-5mm（400*1830）	69	50.508
模板-5mm（450*1830）	59	48.586
模板-5mm（边缘不规则）	57	36.291

图 18　模板尺寸明细表

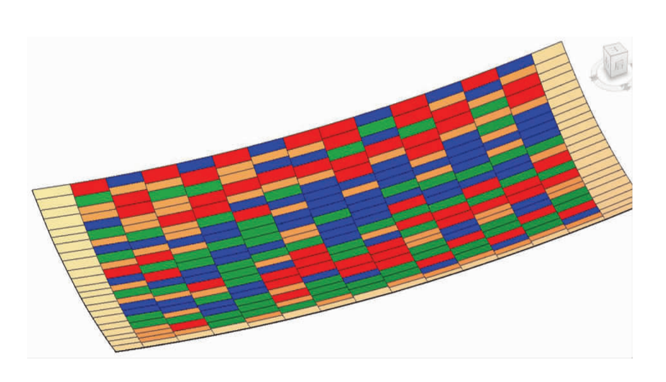


图 17　模板三维排布



图 19　模板现场施工图

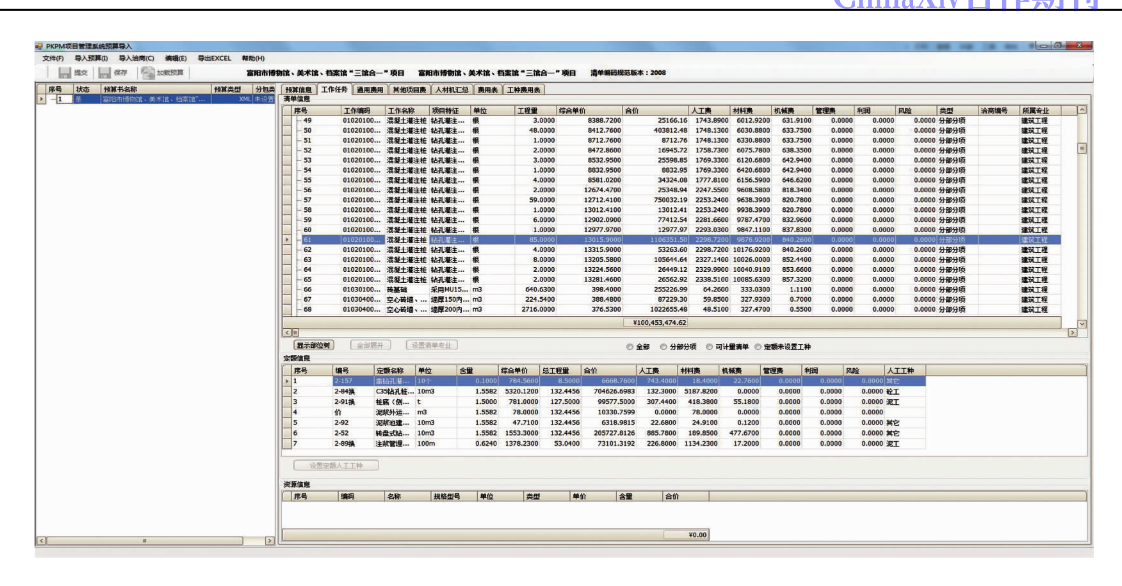


图 20　PM 系统预算清单

字段名称	查 询 内 容	字段名称	查 询 内 容
项目名称	档案馆“三馆合一”项目	所属单位	

序号	所属单位	项目编号	项目名称	进入
1	第一分公司	GC—2013060	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目	
2	安装公司	GC—2014486	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目安装工程	

第1页　共1页　1

材料采购合同审批

合同名称(*)	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目钢筋采购	对应业主合同名称(*)	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项 ...
项目名称(*)	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目	所属分公司(*)	第一分公司
合同总价(元)	1000000	规格型号	
质量要求		供货期	10个月
是否招投标	是	供应商名称	宁波建程钢筋连接技术工程有限公司 ...
主合同的计税方式	一般计税方法	中标通知书	一分富阳博物馆钢材采购招标 ... 点击查看
备注			
是否为标准合同	是		

材料采购明细单

编码(*)	物资名称(*)	类型描述(*)	规格型号(*)	单位(*)	单价(*)	采购数量(*)	预算单价	预算数量	目标单价	目标数量	选择材料
01010001	钢筋	综合		kg							
01010002	热轧圆盘条	Φ6		kg							
01010003	热轧圆盘条	Φ6.5		t							
01010004	热轧圆盘条	Φ8		t							

新建合同文本

材料采购计划

表单编号(*)	需求计划(2015)第31465号-预埋件	材料来源(*)	采购
项目名称	富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目	所属于单位(*)	第一分公司
供应商名称(*)	杭州富阳渤海钢结构有限公司 ...		
编制部门	工程部	编制日期(*)	2015/10/21

物资需求列表　选择物资库　导入合同评审明细

序号	物资编码	物资名称	类型描述	规格型号	单位	合同采购数量	需求数量	需用日期	品牌厂家	预算数量	预算单价	备注
	57310040	无线AP	综合	AP无线	台		25.0000	2015/9/18				
	25110001	LED筒灯	综合	大筒灯	套		267.0000	2015/9/18				
	25110001	LED筒灯	综合	小筒灯	套		76.0000	2015/9/18				
	23430001	消防广播分配器	消防广播分配器	广播	台		50.0000	2015/9/18				
	25000001	成套灯具	成套灯具	大吊灯	套		470.0000	2015/9/18				
	25000001	成套灯具	成套灯具	小吊灯	套		135.0000	2015/9/18				
	23370003	点型复合式感烟感温火灾	电子编码，内置cpu	烟感	只		224.0000	2015/9/18				
	03131151	零星材料	综合	人流统计器	一批		10.0000	2015/9/18				
	03131151	零星材料	综合	幕墙	一批		130.0000	2015/9/18				
	23450040	闭式泡沫喷淋灭火系统	综合	喷淋0.75m	套		779.0000	2015/9/18				
	23450040	闭式泡沫喷淋灭火系统	综合	喷淋0.45m	套		16.0000	2015/9/18				
	23450040	闭式泡沫喷淋灭火系统	综合	喷淋1.05m	套		343.0000	2015/9/18				
	17250430	塑料排水板 插塑	插塑	不锈钢滴水板	m		57.0000	2015/9/18				
	03213201	预埋件	预埋件	不锈钢预埋件	个		310.0000	2015/9/18				
	08010040	挡水条	综合	60挡石条	米		78.0000	2015/9/18				

查询 刷新 打印 导出 Excel

富阳市博物馆、美术馆、档案馆“三馆合一”项目 2016 年 12 月份材料费付款计划

成本科目	合同名称	合同金额	供应商	累计结算金额	累计结算应付金额(3)	累计已付金额(4)	累计未付金额(5=3-4)	本月计划支付(6)	本次实际付款(7)	付款总比例(8=(4+7)/3)	类别
材料费				58442098.56	58801198.56	40363232.48	18437966.08	1406678.52	1376569.50	68.64	
黑色及有色金属				23092797.33	23092797.33	17492570.02	5600227.31	700000.00	700000.00	75.75	
	钢材购销合同	60000000.00	浙江建设商贸物流有限公司	17758943.21	17758943.21	13313302.00	4445641.21	400000.00	400000.00	74.97	计划
	建筑钢管扣件租赁合同	6500000.00	富阳市高桥镇亿盛钢管租赁站	4398565.00	4398565.00	3910000.00	488565.00	300000.00	300000.00	88.89	计划
水泥、砖瓦灰砂石及混凝土制品				1956510.40	2315610.40	1302508.61	1013101.79	148765.52	148765.50	56.25	
	蒸压加气混凝土砌块工程材料采购合同	587500.00	杭州鼎立新型墙体有限公司	624472.66	624472.66	523801.61	100671.05	78765.52	78765.50	83.88	计划
	黄沙石子采购合同	370000.00	杭州富阳袁洪金沙石经营部	336463.50	336463.50	265000.00	71463.50	70000.00	70000.00	78.76	计划
木、竹材料及其制品				5805878.00	5805878.00	5250000.00	555878.00	100000.00	100000.00	90.43	
	材料购销合同	6500000.00	上海羽峰建筑材料有限公司	5325878.00	5325878.00	4650000.00	675878.00	100000.00	100000.00	87.31	计划
混凝土、砂浆及其他配合比材料				18984929.13	18984929.13	10199737.90	8785191.23	250000.00	250000.00	53.73	
	预拌混凝土购销合同	20000000.00	富阳市华邦建材有限公司	17858288.50	17858288.50	9249737.90	8608550.60	200000.00	200000.00	51.80	计划
	富阳天祥砂浆有限公司预拌砂浆买卖合同	1200000.00	富阳天祥砂浆有限公司	1126640.63	1126640.63	800000.00	326640.63	50000.00	50000.00	71.01	计划
油品、化工原料及胶粘材料				1415767.60	1415767.60	948000.00	467767.60	90000.00	90000.00	66.96	
	杭州卓然建筑材料有限公司产品购销合同	1285200.00	杭州卓然建筑材料有限公司	1206948.60	1206948.60	910000.00	296948.60	90000.00	90000.00	75.40	计划
其他				3664865.92	3664865.92	2604042.93	1060822.99	48000.00	48000.00	71.05	

第1页 共2页 1 2

图 21 PM 系统项目管理体系

后期考虑建立企业 BIM 管理云平台,与项目 BIM 数据直接互通,依托企业 BIM 云平台实现对项目的全数据链的动态管理。

可见 BIM 技术的应用不仅解决了传统方式下无法克服的技术难题及管理难题,更是在“互联网+”及“工业化”大潮下,开启了全新的管理模式,为施工现场的工业化、标准化奠定了坚实的基础。

参考文献

[1] 张建平,李丁,林佳瑞,等. BIM 在工程施工中的应用[J]. 施工技术, 2012,41 (16) :18-21.

[2] 黄宗贵,张明亮, 周瑾,等. BIM 技术在双曲薄壳混凝土屋面施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016,8(1):15-21.

[3] 王建勋,亓立刚,杨明,等. BIM 技术在复杂屋盖体系中的应用,天津建设科技[J]. 2016,26(3):4-5.

[4] 曲成平,杨润峰,黄翠翠,等. 现浇无梁空心楼盖结构性能分析,施工技术[J]. 2013,42 (18):81-82.

[5] 王旭,潘剑锋,于雷,等. BIM 技术在无梁楼盖结构施工中的应用[J]. 施工技术,2015 (18):53-55.

[6] 葛燕锋,陈龙. BIM 技术在三维异形曲面结构施工中的应用[J]. 山西建筑, 2017,43 (11):33-35.

Application of BIM Technology in the Hyperbolic Hollow Roof Construction of the Fuyang Three Pavilions in One Project in Hangzhou

Li Mingming, Wu Yizhong, Wu Chenjie, Xu Kebing

(*Zhejiang provincial erjian construction group Ltd.*, *Ningbo* 315000, *China*)

Abstract:For the construction of the Three Pavilions in One project of Fuyang museum, art gallery and archives, to build up the roof structure is extremly complex with high quality requirements promoted, and new technologies and techniques should be adopted. The roof is constructed as a hyperbolic hollow floor, which is in irregular shape and difficult in construction. BIM technology is applied to solve the construction difficulties, including creating 3D information models, extracting engineering information, determining the scaffold pole elevation, optimizing the template layout, and etc. Also, the BIM technology, combined with the enterprise project management system, is able to achieve multi-aspect information management of the project. The engineering practice shows that this method is effective and has broad application prospects. Also, it can provide theoretical guidance and technical reference for similar projects.

Key Words:Hyperbolic Hollow Floor; 3D Building Information Modeling; Engineering Information; Scaffold Pole Elevation; Template Layout; Information-based Management